

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-155881

(43)Date of publication of application : 15.06.1999

(51)Int.Cl.

A61B 19/00
A61B 5/055
A61B 6/03
A61B 6/03

(21)Application number : 10-254779

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 09.09.1998

(72)Inventor : ASANO TAKEO
SAITO AKITO
SHIBAZAKI TAKAO
MATSUZAKI HIROSHI

(30)Priority

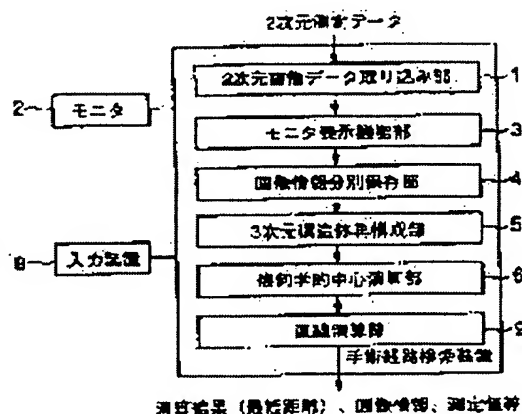
Priority number : 09262138 Priority date : 26.09.1997 Priority country : JP

(54) OPERATIVE PATH RETRIEVAL DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an operative path retrieval device by which a plural number of admission path candidates of a treatment tool such as a centesis needle or the like from the body surface to a diseased part are derived under various conditions and a guidance for the optimum operative strategy to an operator is shown.

SOLUTION: This device reads two-dimensional image data of the photographed body in a computer or the like, displays the body image in three dimensions on the same screen by a monitor 2, and converts the diseased part data into a three-dimensional structure by a three-dimensional structure reconfiguring part 5. The geometric center of the three-dimensional structure is calculated by a geometric center operating part 6, a plurality of straight lines or one shortest straight line directing from the geometric center to the body surface is calculated and displayed with the body image, and a guidance for the low stress operative strategy is given to an operator.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

BEST AVAILABLE COPY

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-155881

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月15日

(51) Int.Cl.⁸A 6 1 B 19/00
5/055
6/03

識別記号

5 1 0
3 6 0
3 7 7

F I

A 6 1 B 19/00
6/03
5/05
5 1 0
3 6 0 G
3 7 7
3 8 0

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平10-254779

(22) 出願日 平成10年(1998) 9月9日

(31) 優先権主張番号 特願平9-262138

(32) 優先日 平9(1997) 9月26日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号(72) 発明者 浅野 武夫
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内(72) 発明者 斉藤 明人
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内(72) 発明者 柴崎 隆男
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

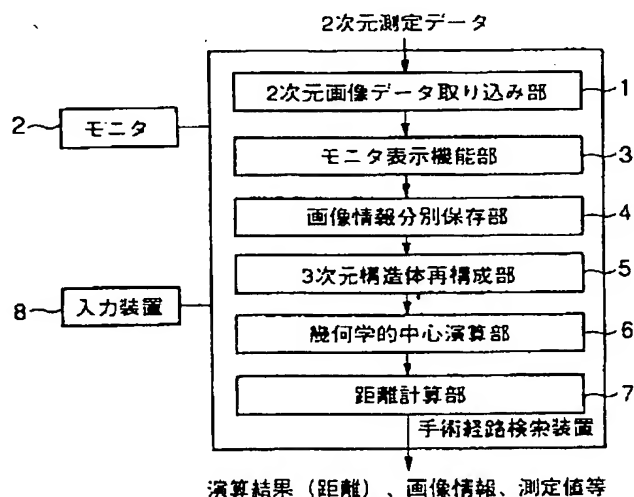
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術経路検索装置

(57) 【要約】

【課題】従来のモニタ画面上で空間的に穿刺針進入経路を表示させ、その妥当性判断の支援を行うシステムは、疾患部から体表までの手術経路を医師が指定しており、算出された一手術経路上に機能上重要な部位があった場合には再度指定して直したりして手間や時間を要していた。

【解決手段】本発明は、撮影された身体の2次元の画像データをコンピュータ等に読み込み、同一画面上で立体的に身体画像をモニタ2で表示させて、その中の疾患部データを3次元構造体再構成部5で3次元の構造体に変換する。その3次元構造体の幾何学的中心を幾何学的中心演算部6で算出し、その幾何学的中心から体表に向かう複数の直線若しくは、最短の距離の一本の直線を算出し、身体画像に併せて表示し、操作者に低侵襲手術戦略の指針を与える手術経路探索装置である。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 身体を断層撮影して得た複数の画像データを入力する入力手段と、

上記複数の画像データに基づいて上記身体を 3 次元的に表示する表示手段と、

上記画像データに基づき上記 3 次元的に表示された画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、

上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の画像データに基づき、該疾患部を 3 次元構造体に変換する変換手段と、

上記 3 次元構造体の中心を決定をする中心決定手段と、
上記中心から体表までの手術経路を所定の方式で演算する手術経路演算手段と、を有することを特徴とする手術経路探索装置。

【請求項 2】 身体を断層撮影して得た複数の画像データを入力する入力手段と、

上記複数の画像データに基づいて上記身体を 3 次元的に表示する表示手段と、

上記画像データに基づき上記 3 次元的に表示された画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、

上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の画像データに基づき、該疾患部を 3 次元構造体に変換する変換手段と、

上記 3 次元構造体の幾何学的中心を演算する幾何学的中心演算手段と、

上記幾何学的中心から体表まで最短距離の直線手術経路を演算する手術経路演算手段と、を有することを特徴とする手術経路探索装置。

【請求項 3】 身体を断層撮影して得た複数の画像データを入力する入力手段と、

上記複数の画像データに基づいて上記身体を 3 次元的に表示する表示手段と、

上記画像データに基づき上記 3 次元的に表示された画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、

上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の画像データに基づき、該疾患部を 3 次元構造体に変換する変換手段と、

上記 3 次元構造体の幾何学的中心を演算する幾何学的中心演算手段と、

上記幾何学的中心から体表へと向かう複数の直線手術経路を演算する手術経路演算手段と、

を有することを特徴とする手術経路探索装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、患者の疾患部分を空間的画像として構築し、この空間的画像に基づいて手術経路を決定するシステムに係り、特に穿刺針等の処置

具を挿入する身体進入経路の決定を支援する手術経路探索装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、低侵襲手術手技においては、患者の疾患部を特定し、どの位置からどのような角度で穿刺針等の処置具を挿入して、疾患部にアプローチするかが大変重要な要因である。

【0003】 定位脳手術を一例として説明すると、周囲を囲むように、X 軸・Y 軸・Z 軸が精密に移動できるフレームを患者頭部に固定し、フレームに固定された穿刺ガイド部品の各座標軸の軸目盛を合わせることによって、3 次元空間内での立体的な手術経路を決定し、処置を行う手術手技が用いられている。

【0004】 従って、術者は、事前に撮影された各種測定データ（MRI、X 線 CT 等）から疾患部を特定し、その疾患部までの最適な穿刺針等の処置具の挿入経路つまり、手術経路を判断して処置を行う。

【0005】 しかし、このような経路決定の判断基準に用いられる各種検査データは、その殆どが、2 次元の断層撮影フィルムであり、術者はこれらの何枚もの断層撮影フィルムを見て患者の疾患部を立体的且つ空間的に把握し、自分の頭の中で 3 次元のイメージを作り上げ、実際の操作手順も含めて経験的に手術経路を決定する必要があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 前述した手術経路の決定は、単純に直線的な進入経路を決定するのでは無く、その経路上に、患者の生命の維持や身体の動作や機能に関する部位及び生理学的に重要な部位が存在していないかを判断しつつ検討するため、非常に面倒で時間も掛かり、さらに経験をも要する作業であった。

【0007】 そのため、これらの検査のための画像データにコンピュータを利用して、2 次元或いは 3 次元のコンピュータグラフィックスの画像として構築し、判断し易いようにサポートするシステムも提案されている。

【0008】 例えば、特開平 3-162849 号公報に記載されるような CT スキャナにより得られた複数の頭部の 2 次元画像を深みが出るように積層配置し、疾患部とこの疾患部まで到達するための頭蓋外周部からの侵入予定位置をモニタ画面上で指定してやり、この手術経路の位置情報を入力する。これにより、空間的に穿刺針進入経路を演算して表示させて進入経路の妥当性の判断の支援を行うシステムが提案されている。

【0009】 このシステムは、指定した侵入予定位置から算出された手術経路上に脳機能領域及び生理学的に重要となる領域があった場合には、再度指定して算出し直すこととなる。その指定作業は、機能領域及び生理学的に重要となる領域が手術経路上からなくなるまでくり返し行うこととなり、手間が掛かる。

【0010】 また、現実には疾患部の位置により、どの

侵入位置であってもいずれかの機能領域及び生理学的に重要となる部位を通過しなければならない場合もあり、どの手術経路が最小限の低侵襲で済むかを、その都度侵入予定位置を指定して算出しては時間が掛かることとなる。

【0011】そこで本発明は、体表から疾患部への穿刺針等処置具の複数の進入経路候補を種々の条件下で導き出し、術者に最適な手術戦略の指針を示す手術経路検索装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、本発明の第1の手術経路探索装置は、身体を断層撮影して得た複数の画像データを入力する入力手段と、上記複数の画像データに基づいて上記身体を3次元的に表示する表示手段と、上記画像データに基づき上記3次元的に表示された画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の画像データに基づき、該疾患部を3次元構造体に変換する変換手段と、上記3次元構造体の中心を決定をする中心決定手段と、上記中心から体表までの手術経路を所定の方法で演算する手術経路演算手段とを有する。

【0013】また、本発明の第2の手術経路探索装置は、身体を断層撮影して得た複数の画像データを入力する入力手段と、上記複数の画像データに基づいて上記身体を3次元的に表示する表示手段と、上記画像データに基づき上記3次元的に表示された画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の画像データに基づき、該疾患部を3次元構造体に変換する変換手段と、上記3次元構造体の幾何学的中心を演算する幾何学的中心演算手段と、上記幾何学的中心から体表まで最短距離の直線手術経路を演算する手術経路演算手段とを有する。

【0014】さらに、本発明の第3の手術経路演算装置は、身体を断層撮影して得た複数の画像データを入力する入力手段と、上記複数の画像データに基づいて上記身体を3次元的に表示する表示手段と、上記画像データに基づき上記3次元的に表示された画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の画像データに基づき、該疾患部を3次元構造体に変換する変換手段と、上記3次元構造体の幾何学的中心を演算する幾何学的中心演算手段と、上記幾何学的中心から体表へと向かう複数の直線手術経路を演算する手術経路演算手段とを有する。

【0015】すなわち、本発明の第1の手術経路探索装置は、撮影された身体の2次元の画像データを読み込み、これらの2次元データを3次元に再構成して表示する。さらに、上記3次元に再構成したものを複数の組織

領域に分別し、その中から疾患部を3次元構造体に変換する。そして、この3次元構造体の中心を決定してこの中心より体表までの手術経路を演算して操作者に手術戦略の指針を与える。

【0016】本発明の第2の手術経路探索装置は、撮影された身体の2次元の画像データを読み込み、これらの2次元データを3次元に再構成して表示する。さらに、上記3次元に再構成したものを複数の組織領域に分別し、その中から疾患部を3次元構造体に変換する。そして、この3次元構造体の幾何学的中心を演算して決定し、この幾何学的中心より体表までの最短距離の直線を演算して操作者に手術戦略の指針を与える。

【0017】本発明の第3の手術経路探索装置は、撮影された身体の2次元の画像データを読み込み、これらの2次元データを3次元に再構成して表示する。さらに、上記3次元に再構成したものを複数の組織領域に分別し、その中から疾患部を3次元構造体に変換する。そして、この3次元構造体の幾何学的中心を演算して決定し、この幾何学的中心より体表までの複数の直線を演算して操作者に手術戦略の指針を与える。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。各実施形態においては、手術の例として定位脳手術を取り上げている。

【0019】図1には、本発明による定位脳手術における手術経路検索装置の第1の実施形態の概略的な構成を示し説明する。この手術経路検索装置は、MRI、X線CT等の測定器により生成された頭部画像を含む各種の2次元測定データをコンピュータの記憶装置（図示せず）に取り込む2次元データ取り込み部1と、上記2次元データ取り込み部1に取り込まれた各種測定データに基づき、頭部画像をモニタ2の同一画面上に階層的に表示することにより3次元的なボリュームのある頭部の立体画像を表示させるモニタ表示機能部3と、2次元データ上で観察される組織別に異なる情報を上記3次元的なボリュームのある頭部画像上に付加して分別された画像情報を保存する画像情報分別保存部4と、モニタ2に表示される上記画像情報を用いて、システムの操作者（医師等）が特定の属性のデータ部（疾患部）を指定することにより、そのデータ領域を3次元の構造体として再構成する3次元構造体再構成部5と、再構成された3次元構造体の幾何学的中心を後述する演算処理にて算出する幾何学的中心演算部6と、演算された3次元構造体の幾何学的中心から頭表に向けての距離を演算する距離計算部7とで構成される。さらに、例えばマウスやキーボード等からなり、システムに操作者の指示等を入力するための入力装置8が設けられている。また、本実施形態から出力される、これらの演算結果や画像情報及び測定値等は、随時モニタ2に表示することもできるものとする。

【0020】この図1の構成においては、2次元データ取り込み部1が入力手段に、モニタ2及びモニタ表示機能部3が表示手段に、画像情報分別保存部4が分別手段に、3次元構造体再構成部5が変換手段に、幾何学的中心演算部6が中心決定手段及び幾何学的中心演算手段に、距離計算部6が手術経路演算手段に相当する。

【0021】上記の構成は、具体的にはコンピュータ及び内蔵されたプログラムで実現されている。しかし、専用の機器を用いて構成してもよいのはもちろんである。次に図2及び図3を参照して、このように構成された手術経路検索装置における、作用及び疾患部の幾何学的な中心の算出について説明する。

【0022】図2は、本実施形態に係わる疾患部の幾何学的中心の算出方法を説明するための概念を示し、図3(a)～(d)は、本実施形態におけるモニタ2に表示される画面の一例を示す。

【0023】図3(d)に示す×印Aは、後述する演算処理により演算された、疾患部の幾何学的中心を示し、同図(c)に示すデータ領域Bの数値X、Y、Zは、幾何学的中心から頭表までの距離が表示される領域である。

【0024】まず、システム操作者(医師)は、術前に測定された患者の測定データを本実施形態に入力し、モニタ2の1つの画面上(同一画面上)に2次元の画像データを階層的に表示し、3次元的なボリュームのある頭部の立体的画像を構築する。なお、モニタ2の表示画面例は、汎用的に利用されるプログラミング言語を用いてプログラムを記述することによって作成することができる。

【0025】この頭部画像上に見られる輝度等の属性データを利用し、組織別にデータが分別されて、領域分けがされる。各組織はその属性により、特徴的な輝度データで分別が可能であるため、この特徴を利用して組織分別を行う。即ち、医師は、その頭部画像の中に確認される疾患部部分を特定し、その疾患部領域を指定することによって、特にその部分のみを、より鮮明に或いは位置特定のし易い形態、例えば、他のものとは異なる判断しやすい色で表示したり、指定した疾患部部分のみを3次元構造体として表示される等により分別することが可能となる。

【0026】ここで、本実施形態が採用する疾患部の幾何学的な中心の算出方法の一例について説明する。システムの操作者が特定した疾患部領域は、コンピュータグラフィックスで描かれており、その幾何学的形態は、図3に示すように、最外郭は同じデータ属性を有するコンピュータグラフィックスを描く上での制御点を結びあわせて全体として閉じた立体(楕円体形状)となっている。

【0027】まず、疾患部領域を形つくる最外郭の制御点の座標データをすべて検索し、システムに標準として

設定された、x軸、y軸、z軸の各軸に対して、もっとも空間的位置が離れた制御点を各軸毎それぞれ2点ずつ算出して、その間隔を楕円体の3軸に関する変数として、楕円体を算出する。つまり、疾患部を楕円体として近似するのである。

【0028】この場合、2つの制御点を結ぶそれぞれの3直線は、互いに直行する方向に描かれるが、ほとんどの場合は交差しないが、本手法を用いても疾患部領域の大半を楕円体で覆うことは可能であるので、少ない計算量ですむこの手法は有効である。そして、演算された楕円体の中心を疾患部の幾何学的中心として扱い、出力する。

【0029】次に距離計算部7による算出された疾患部中心(幾何学的中心)から頭表までの距離の算出方法について説明する。算出された疾患部の中心において、各軸の座標値は既値の値である。そこで、操作者は、表示される画像内で頭表付近の大体の位置をマウスのポインタやキーボードのカーソルキーを用いて指し示す。

【0030】そして、この指し示された点と疾患部中心を結ぶ直線を手術経路として演算し、その直線が頭表面と交差する点を算出し、この点と疾患部中心の点との2点間の距離を算出することで距離を求めることができる。このようにして手術経路とこの手術経路での疾患部の中心から頭表までの距離を求めることができる。この際に得られる頭表部の交差点は手術の際の侵襲口を示すことになる。

【0031】次に図4は、第2の実施形態としての手術経路検索装置の構成を示す図である。ここで、本実施形態の構成部位で前述した第1の実施形態と同等の構成部位には、同じ参照符号を付してその説明は省略する。

【0032】本実施形態は、前述した第1の実施形態における2次元データ取り込み部1から幾何学的中心演算部6までは同じ構成であり、新たに直線演算部9が設けられている。直線演算部9は手術経路演算手段に相当する。

【0033】本実施形態は、2次元画像データ取り込み部1に入力された2次元測定データに対して第1の実施形態と同様な種々の処理が行われ、疾患部の幾何学的中心演算部6により疾患部の幾何学的中心が求められる。そして、直線演算部9は、演算された幾何学的中心と頭表を結ぶ直線の中で一番長さの短いものを演算し、モニタ2上に表示させる。図5(a)～(d)は、本実施形態のモニタ2に表示される画面の一例を示す。

【0034】前述した第1の実施形態では、疾患部から医師が選んだ頭表位置までの距離を演算したが、本実施形態では手術経路を特定するパラメータの1つとして、最小限の低侵襲で済ませるために、手術経路がより短いものを直線的経路として選択するものである。

【0035】本実施形態は、最短距離の手術経路を検索するものであり、直線演算部9により、疾患部中心から

頭表までの複数の距離のうち長さの一番短い、つまり最短の手術経路を算出し、図 5 に示したように表示することができる。

【0036】本実施形態により、より低侵襲に適切な最短距離の手術経路を検索することが可能である。図 6 には、第 3 の実施形態の手術経路検索装置の構成例を示し、説明する。ここで、本実施形態の構成部位で前述した第 1 の実施形態と同等の構成部位には、同じ参照符号を付して、その説明は省略する。

【0037】本実施形態は、前述した第 1 の実施形態における 2 次元データ取り組み部 1 から 3 次元構造体再構成部 5 までは同じ構成であり、新たに中心設定部 10 が設けられている。中心設定部は中心決定手段に相当する。

【0038】本実施形態は、2 次元データ取り組み部 1 から 3 次元構造体再構成部 5 までの処理により、3 次元的に再構成された疾患部の中心を、システムの操作者（医師）の判断により中心決定部 10 を用いて設定し、その疾患部の中心から任意に指定された頭表面までの直線距離が演算され出力されるものである。

【0039】まず、操作者（医師）は、術前に測定された、患者の測定データを本実施形態を用いて、2 次元の画像データをモニタ 2 の同一画面上に階層的に表示し直し、3 次元的なボリュームのある立体的な頭部画像を構築する。この頭部画像は、画像上に見られる輝度等を利用して、組織別にデータが分別されて、領域分けされている。これらの組織は、その属性により、特徴的な輝度データで分別が可能でこの特徴を利用して組織分別を行っている。

【0040】そして、医師自身は、モニタ 2 に表示される頭部画像の疾患部領域を指定し、さらに疾患部（3 次元構造体）の中心を指定して設定する。これは、前述した実施形態では、演算により幾何学的な中心を算出して特定したが、手術の戦略上、医師が任意に疾患部の中心を設定した方が好ましい場合には有用である。

【0041】次に、この疾患部中心から頭表に向けて、医師が大まかな方向を指し示すことによって、疾患部から頭表までの直線距離が演算され表示される。この表示結果は、図 5 に示したように表示される。

【0042】図 7 には、第 4 の実施形態の手術経路検索装置の構成例を示し説明する。ここで、本実施形態の構成部位で前述した第 3 の実施形態と同等の構成部位には、同じ参照符号を付して、その説明は省略する。

【0043】前述した第 3 の実施形態では、操作者（医師）が疾患部の中心と頭表の方向とが指定され、直線距離が演算されたが、本実施形態では、最小限の低侵襲で済ませるために、操作者（医師）が設定した疾患部の中心から最短距離の頭表までの経路を指し示すものである。

【0044】本実施形態は、図 6 に示した距離計算部 7

に代わって、疾患部中心と頭表を結ぶ直線の中で最短の直線を求める直線演算部 9 が中心設定部 10 の後段に設けられている。直線演算部 9 は手術経路演算手段に相当する。

【0045】本実施形態は、任意に設定された疾患部の中心から頭表までの最短距離の手術経路を検索するものであり、直線演算部 9 により、疾患部から頭表までの複数の直線のうち距離の一番短い、つまり最短の手術経路を算出し、図 5 に示したと同様に表示することができる。

【0046】本実施形態により、操作者の判断による疾患部の中心から頭表までのより低侵襲で適切な最短距離の手術経路を検索することが可能である。図 8 には、第 5 の実施形態の手術経路検索装置の構成例を示し説明する。ここで、本実施形態の構成部位で前述した第 4 の実施形態と同等の構成部位には、同じ参照符号を付して、その説明は省略する。

【0047】本実施形態は、前述した第 4 実施形態の構成に、重要な機能部位として患者の生命を維持する若しくは身体の動作及び機能を維持させるための脳機能領域及び生理学的に重要となる領域をデータとして記憶する領域保存部 12 と、算出された最短の手術経路とは干渉しない経路を算出する干渉演算部 13 とが設けられている。これらは直線演算部 11 とともに手術経路演算手段に相当する。

【0048】前述した各実施形態では、頭表から疾患部までの侵襲経路について単純に直線的進入経路の特定・決定に際する支援を行なっていたが、実際に運用する場合には、より複雑な拘束条件、例えば、患者の生理学的な機能をできる限り破壊することないように解剖学的に組織破壊を最小限に留める方向での保存、疾患部への侵襲が図られる必要がある。

【0049】ここで、図 9 を参照して、本実施形態における直線の手術経路と脳機能領域及び生理学的に重要となる領域との干渉演算の一例について説明する。操作者により設定された患者の重要な機能部位としての脳機能領域及び生理学的に重要となる領域の最外郭は、図 9 に示すように、疾患部の最外郭と同様に制御点 C1～C8 どうしが接し、それから分割される最小単位（少なくとも、3 つの制御点から構成される）に面が貼られて立体的に構成されている。そこで、直線 D との干渉は、これらの制御点で構成される面 E を直線 D が貫通しているか、つまり面上に直線が存在するかを計算する。

【0050】もし存在すれば、脳機能領域あるいは生理学的に重要となる領域と干渉していることになり、システムは、上記の互いの干渉がない直線を出力する。具体的には、前述した各実施形態の処理と同様な処理を行い、作成された 3 次元構造体上に併せて、疾患部以外に侵襲が望ましくない脳機能領域及び生理学的に重要となる領域をデータとして記憶する脳機能領域を及び生理学

的に重要となる領域保存部12から読み出し、設定する。

【0051】そしてこのデータに基づき、干渉演算部13で、疾患部中心から頭表に向かう手術経路を決定する際に、この手術経路となる直線と脳機能領域及び生理学的に重要となる領域とが干渉しているか演算され、干渉が無い直線が選別される。

【0052】選択された直線が手術経路を指し示すこととなり、より最適な手術経路を得ることができる。従って本実施形態は、この解剖学的破壊に繋がる脳機能領域及び生理学的に重要となる領域を温存し、これらの領域を避けて通る手術経路を検索することが可能である。

【0053】本実施例においては、重要な機能部位として操作者によって設定された脳機能領域及び生理学的に重要となる領域を取り上げた。この重要な機能部位は、操作者が侵襲をしないよう又は最低限の侵襲で済ませべきとして関心をもっている関心部位とも言える。また、操作者の所望の部位を指定可能なので所望部位と表現してもよい。

【0054】次に図10には、第6の実施形態の手術経路検索装置の構成例を示し説明する。ここで、本実施形態の構成部位で前述した第5の実施形態と同等の構成部位には、同じ参照符号を付して、その説明は省略する。

【0055】本実施形態は、前述した第5の実施形態の構成における干渉演算部13の後段に、さらに、手術経路となる直線と脳機能領域及び生理学的に重要となる領域とが干渉しているかを演算する際に、条件とされる拘束条件を加味する拘束条件演算部14と、干渉演算部13で演算された直線のうち、少なくとも2本の直線を利用して、これらの直線で形作られる立体角を演算し出力する立体角演算部15とを備えて構成される。これらも手術経路演算手段に含まれるものである。

【0056】ここで、本実施形態に用いられる拘束条件について説明する。通常、医師が侵襲経路つまり手術経路を決定する際には、上記脳機能領域及び生理学的に重要となる領域と疾患部位の位置関係を考慮して経路を決定するのであるが、疾患部の存在する位置関係で、どうしても解剖学的に重要な部位に非常に接近した形で疾患部に到達せざるを得ない場合もある。また、干渉しないように算出された経路は、経路は長くなるが、患者にとって、術後の後遺症が少なくすむ場合が多い。

【0057】そこで、より最適な経路の算出のために、拘束条件として、経路算出の直線の存在方向、或いは最小限の侵襲が許される領域（補正值）を入力し、再計算の際に考慮する。

【0058】図11(a)～(d)には、本実施形態で演算された立体角形状で表される領域を3次元構造体再構成部5により3次的に再構成された画像上に併せて表示している表示画面の例を示す。

【0059】ここで、×印Aは、演算処理にて演算され

た疾患部の幾何学的中心を示し、直線A-2は、演算された手術経路となる直線の出力結果であり、データ領域B-2は、演算された立体角の距離や角度等のデータが表示される領域である。

【0060】本実施形態は、前述した第5の実施形態で実現される侵襲経路を平面的に認識できるように、侵襲経路を面として表現したものである。従って、より自由度の高い侵襲経路を選択することが可能となる。

【0061】次に図12には、第7の実施形態の手術経路検索装置の構成例を示し説明する。ここで、本実施形態の構成部位で前述した第6の実施形態と同等の構成部位には、同じ参照符号を付して、その説明は省略する。

【0062】本実施形態は、前述した第6の実施形態の構成における立体角形状の手術経路の領域を算出した立体角演算部15に代わって、少なくとも3本の直線を利用して形成される錐体形状の手術経路の領域を算出する錐体演算部16を備えて構成される。これも手術経路探索手段に含まれるものである。

【0063】ここで、本実施形態に用いられる手術経路を錐体の形状として算出することについて説明する。前述した各実施形態では、疾患部中心の特定及び疾患部中心と頭表部を結ぶ直線を手術経路としたが、図14に示すように、疾患部中心から頭表に向かう直線是一本に限定されるものではなく、拘束条件等が満足すれば、当然その近辺に何本か得ることができる。そこで、疾患部中心から頭表に向かう、これらの直線の束の断面形状（底面）が頭表上で多角形を形作る。この多角形は、疾患部中心を頂点に持ち、頭表部分に多角形の底面を持つ、錐体の形状となる。

【0064】図13(a)～(d)には、本実施形態で演算された錐体形状で表される領域を3次元構造体再構成部5により3次的に再構成された画像上に併せて表示している表示画面の例を示す。

【0065】ここで、×印Aは、演算処理にて演算された疾患部の幾何学的中心を示し、直線A-3は、演算された手術経路となる直線の出力結果であり、データ領域B-3は、演算された錐体の距離（辺の長さ）や角度等のデータが表示される領域である。また、本実施例ではこれら複数の直線と頭表との交点を結んだ多角形の面積を演算して、この領域に表示可能に構成してある。

【0066】本実施形態は、錐体で手術経路の領域を表すことにより、第5の実施形態で実現される侵襲経路を立体的に認識できるように、侵襲経路を面かかった立体で表現することができ、より自由度の高い侵襲経路を選択することが可能となる。

【0067】次に図15には、第8の実施形態の手術経路検索装置の構成例を示し説明する。ここで、本実施形態の構成部位で前述した第6の実施形態と同等の構成部位には、同じ参照符号を付して、その説明は省略する。

【0068】本実施形態は、前述した第6の実施形態の

構成における立体角形状の手術経路の領域を算出した立体角演算部 15 に代わって、少なくとも 3 本の直線と頭表部分の接点を演算し、頭表部分の開口部として表示し、多角形状の手術経路の領域を算出する開口部演算部 17 を備えて構成される。これも手術経路探索手段に含まれるものである。

【0069】図 16 (a) ~ (d) には、本実施形態で演算された多角形状で表される領域を 3 次元構造体再構成部 5 により 3 次元的に再構成された画像上に併せて表示している表示画面の例を示す。

【0070】ここで、×印 A は、演算処理にて演算された疾患部の幾何学的中心を示し、直線 A-4 は、演算された手術経路となる直線の出力結果であり、データ領域 B-4 は、演算された錐体の距離（辺の長さ）や角度等のデータが表示される領域である。

【0071】よって、本実施形態は、第 5 の実施形態で実現された線からなる手術経路を立体的に捉えることができるように、手術経路を面でかこった立体で表現することにより、より自由度の高い手術経路を設定することが可能となる。

【0072】次に、図 17 を参照して、第 9 の実施形態の手術経路探索装置について説明する。前述した第 7 の実施形態と、第 8 の実施形態は、どちらも頭表面側に基底部が配置されるような処理を説明しているが、逆に本実施形態は、頭表面側に錐体の頂点を位置させ、基底部側に疾患部を配置するような錐体を描き出す構成例である。

【0073】この場合は、脳内での操作の自由空間を示すこととなり、例えば、処置具の先端部分の振れを許容する領域を示すこととなる。本実施形態の場合には、図 17 に示すように疾患部中心を用いるのではなく、疾患部の表面を形成する制御点と頭表を結ぶ直線を利用する。

【0074】ここで、疾患部の頭表面を形成する制御点 23 は、複数存在するが、これらの制御点 23 と操作者（医師）が大まかな方向を指し示すことにより生成された頭表の点 21 とを結ぶ直線のうち、脳機能領域及び生理学的に重要な領域 26 と干渉しない直線を選択し、それぞれの直線を稜線に持つ錐体を描き出すことにより実現できる。

【0075】以上説明した第 1 の実施形態乃至第 9 の実施形態は、コンピュータ等の処理演算装置における汎用的に利用されるプログラミング言語を用いて作成されたプログラムにより実現が可能であり、そのプログラムを携帯可能な、例えば、光磁気ディスクやコンパクトディスク（CDROM）等の記録媒体に記憶させることによって、専用的に用いられるコンピュータだけでなく、汎用的なコンピュータにでも本発明を実施することができる。

【0076】以上の実施形態について定位脳手術の例に

ついて説明したが、本発明は定位脳手術に限定されない。また、本明細書には以下のような発明も含まれている。

(1) . 身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力手段と、上記複数の検査画像データに基づいて身体を 3 次元表示する表示手段と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき疾患部を 3 次元構造体に変換する変換手段と、上記 3 次元構造体の幾何学的中心を演算する幾何学的中心演算手段と、上記幾何学的中心から体表までの最短距離を演算する最短距離演算手段と、を有することを特徴とする手術経路探索装置。

（作用及び効果）本発明によれば、処置具などの最短の挿入経路長を認知することができ、低侵襲な手術戦略の指針にすることができる。

(2) . 身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力手段と、上記複数の検査画像データに基づいて身体を 3 次元表示する表示手段と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき疾患部を 3 次元構造体に変換する変換手段と、上記 3 次元構造体の幾何学的中心を演算する幾何学的中心演算手段と、上記幾何学的中心から体表へと向かう複数の直線を演算する直線演算手段と、を有することを特徴とする手術経路探索装置。

（作用及び効果）本発明によれば、処置具などの挿入経路の候補を認知することができ、手術戦略の指針にすることができる。また得られた複数の直線のうち最短のものを選択すれば最短の侵襲経路を簡単に知ることができ、より低侵襲な手術戦略の指針にすることができる。

(3) . 身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力手段と、上記複数の検査画像データに基づいて身体を 3 次元表示する表示手段と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき疾患部を 3 次元構造体に変換する変換手段と、上記 3 次元構造体内の指定点から体表までの最短距離を演算する最短距離演算手段と、を有することを特徴とする手術経路探索装置。

（作用及び効果）本発明によれば、疾患部内の任意の指定点までの処置具などの最短の挿入経路長を簡単に知ることができ、低侵襲な手術戦略の指針にすることができる。

(4) . 身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力手段と、上記複数の検査画像データに基づいて身体を 3 次元表示する表示手段と、上記検査画像

データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換する変換手段と、上記3次元構造体内の指定点から体表へと向かう複数の直線を演算する直線演算手段と、を有することを特徴とする手術経路探索装置。

(作用及び効果) 本発明によれば、疾患部内の任意の指定点までの処置具などの挿入経路の候補を簡単に知ることができ、手術戦略の指針にすることができる。また得られた複数の直線のうち最短のものを選択すれば、最短の手術経路を簡単に知ることができ、より低侵襲な手術戦略の指針にすることができる。

(5) . 身体における重要な機能部位を示すデータを格納する保存手段と、上記直線演算手段により得られた複数の直線と上記保存手段に格納された重要な機能部位との干渉を演算する干渉演算手段と、をさらに有することを特徴とする上記(2)項及び(4)項に記載の手術経路探索装置。

(作用及び効果) 本発明によれば、手術経路候補のうち、重要な機能部位に抵触しない、より最適な手術経路を知ることができ、低侵襲な手術戦略の指針にすることができる。

(6) . 上記直線演算手段により演算された直線のうち、少なくとも2本の直線のなす立体角を演算する立体角演算手段を、さらに有することを特徴とする上記

(5)項に記載の手術経路探索装置。

(作用及び効果) 本発明によれば、手術経路を面で表現でき、より自由度の高い手術経路の選択が容易となる。

(7) . 上記直線演算手段により演算された直線のうち、少なくとも3本の直線を含む錐体を演算する錐体演算手段を、さらに有することを特徴とする上記(5)項に記載の手術経路探索装置。

(作用及び効果) 本発明によれば、手術経路を立体で表現でき、より自由度の高い手術経路の選択が容易となる。

(8) . 上記直線演算手段により演算された直線のうち、少なくとも3本の直線と頭表との交点を結んだ多角形の面積を演算する面積演算手段を、さらに有することを特徴とする上記(5)項に記載の手術経路探索装置。

(作用及び効果) 本発明によれば、体表に形成可能な侵襲用開口の広さを認識でき、手術経路の選択の指針とすることができる。

(9) . 上記干渉演算手段による干渉演算に際しての拘束条件を規定するための拘束条件付加手段を、さらに有することを特徴とする上記(5)項乃至(8)項に記載の手術経路探索装置。

(作用及び効果) 本発明によれば、手術経路を示す直線の存在方向や、最低限の侵攻が許される重要な機能部位の許容範囲を拘束条件として付加することにより、手術

経路の選択の指針とすることができる。

(10) . 身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力手段と、上記複数の検査画像データに基づいて身体を3次元表示する表示手段と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換する変換手段と、頂点を体表上に、底面の周囲を上記頂点から見た上記3次元構造体の最外郭に、ほぼ一致させた錐体を演算する錐体演算手段と、を有することを特徴とする手術経路探索装置。

(作用及び効果) 本発明によれば、疾患部付近における手術経路の自由度を立体で表現でき、手術経路選択の指針とすることができる。

(11) . 身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力行程と、上記複数の検査画像データに基づいて身体を3次元表示する表示行程と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別行程と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換する変換行程と、上記3次元構造体の幾何学的中心を演算する幾何学的中心演算行程と、上記幾何学的中心から体表までの最短距離を演算する最短距離演算行程と、を有することを特徴とする手術経路探索方法。

(12) . 身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力行程と、上記複数の検査画像データに基づいて身体を3次元表示する表示行程と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別行程と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換する変換行程と、上記3次元構造体の幾何学的中心を演算する幾何学的中心演算行程と、上記幾何学的中心から体表へと向かう複数の直線を演算する直線演算行程と、を有することを特徴とする手術経路探索方法。

(13) . 身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力行程と、上記複数の検査画像データに基づいて身体を3次元表示する表示行程と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別行程と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換する変換行程と、上記3次元構造体内の指定点から体表までの最短距離を演算する最短距離演算行程と、を有することを特徴とする手術経路探索方法。

(14) . 身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力行程と、上記複数の検査画像データに基づいて身体を3次元表示する表示行程と、上記検査画

像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別行程と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき疾患部を3次元構造体に変換する変換行程と、上記3次元構造体内の指定点から体表へと向かう複数の直線を演算する直線演算行程と、を有することを特徴とする手術経路探索方法。

(15)．身体における重要な機能部位を示すデータを格納する保存行程と、上記直線演算行程により得られた複数の直線と上記保存行程において格納された重要な機能部位との干渉を演算する干渉演算行程と、をさらに有することを特徴とする上記(12)項及び(14)項に記載の手術経路探索方法。

(16)．上記直線演算行程により演算された直線のうち、少なくとも2本の直線のなす立体角を演算する立体角演算行程を、さらに有することを特徴とする上記(15)項に記載の手術経路探索方法。

(17)．上記直線演算行程により演算された直線のうち、少なくとも3本の直線を含む錐体を演算する錐体演算行程を、さらに有することを特徴とする上記(15)項に記載の手術経路探索方法。

(18)．上記直線演算行程により演算された直線のうち、少なくとも3本の直線と体表との交点を結んだ多角形の面積を演算する面積演算行程を、さらに有することを特徴とする上記(15)項に記載の手術経路探索方法。

(19)．上記干渉演算行程における干渉演算に際しての拘束条件を規定するための拘束条件付加行程を、さらに有することを特徴とする上記(15)乃至(18)項に記載の手術経路探索方法。

(20)．身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力行程と、上記複数の検査画像データに基づいて身体を3次元表示する表示行程と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別行程と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき疾患部を3次元構造体に変換する変換行程と、頂点を体表上に、底面の周囲を上記頂点から見た上記3次元構造体の最外郭に、ほぼ一致させた錐体を演算する錐体演算行程と、を有することを特徴とする手術経路探索方法。

(21)．コンピュータによって手術における手術経路探索を行う探索プログラムを記録した記録媒体であって、身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力させ、上記複数の検査画像データに基づいて身体を3次元表示させ、上記検査画像データに基づき、上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別させ、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき疾患部を3次元構造体に変換させ、上記3次元構造体の幾何学的中心を演算させ、

上記幾何学的中心から体表までの最短距離を演算させることを特徴とする手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(22)．コンピュータによって手術経路探索を行う探索プログラムを記録した記録媒体であって、身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力させ、上記複数の検査画像データに基づいて身体を3次元表示させ、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別させ、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換させ、上記3次元構造体の幾何学的中心を演算させ、上記幾何学的中心から体表へと向かう複数の直線を演算させることを特徴とする手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(23)．コンピュータによって手術経路探索を行う探索プログラムを記録した記録媒体であって、身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力させ、上記複数の検査画像データに基づいて身体を3次元表示させ、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別させ、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換させ、上記3次元構造体内の指定点から体表までの最短距離を演算させることを特徴とする手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(24)．コンピュータによって手術経路探索を行う探索プログラムを記録した記録媒体であって、身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力させ、上記複数の検査画像データに基づいて身体を3次元表示させ、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別させ、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換させ、上記3次元構造体内の指定点から体表へと向かう複数の直線を演算させることを特徴とする手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(25)．上記(22)項及び(24)項に記載の手術経路探索プログラムにおいて、コンピュータに、さらに、身体における重要な機能部位を示すデータを格納させ、得られた複数の直線と重要な機能部位との干渉を演算させることを特徴とする手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(26)．上記(25)項に記載の手術経路探索プログラムにおいて、コンピュータに、さらに、演算された直線のうち、少なくとも2本の直線のなす立体角を演算させることを特徴とする手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(27)．上記(25)項に記載の手術経路探索プログラムにおいて、コンピュータに、さらに、演算された直線のうち、少なくとも3本の直線を含む錐体を演算させ

ることを特徴とする手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(28)．上記(25)項に記載の手術経路探索プログラムにおいて、コンピュータに、さらに、演算された直線のうち、少なくとも3本の直線と頭表との交点を結んだ多角形の面積を演算させることを特徴とする手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(29)．上記(25)項乃至(28)項に記載の手術経路探索プログラムにおいて、コンピュータに、さらに、上記干渉演算に際しての拘束条件を規定させることを特徴とする手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(30)．コンピュータによって手術経路探索を行う探索プログラムを記録した記録媒体であって、身体を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力させ、上記複数の検査画像データに基づいて身体を3次元表示させ、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別させ、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換させ、頂点を体表上に、底面の周囲を上記頂点から見た上記3次元構造体の最外郭に、ほぼ一致させた錐体を演算させる、ことを特徴とする手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(31)．頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力手段と、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示する表示手段と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき疾患部を3次元構造体に変換する変換手段と、上記3次元構造体の幾何学的中心を演算する幾何学的中心演算手段と、上記幾何学的中心から頭表までの最短距離を演算する最短距離演算手段と、を有することを特徴とする定位脳手術における手術経路探索装置。

(作用及び効果) 本発明によれば、処置具などの最短の挿入経路長を認知することができ、低侵襲な手術戦略の指針にすることができる。

(32)．頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力手段と、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示する表示手段と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき疾患部を3次元構造体に変換する変換手段と、上記3次元構造体の幾何学的中心を演算する幾何学的中心演算手段と、上記幾何学的中心から頭表へと向かう複数の直線を演算する直線演算手段と、を有することを特徴とする定位脳手術における手術経路探索装置。

(作用及び効果) 本発明によれば、処置具などの挿入経

路の候補を認知することができ、手術戦略の指針にすることができる。また得られた複数の直線のうち最短のものを選択すれば最短の侵襲経路を簡単に知ることができる。より低侵襲な手術戦略の指針にすることができる。

(33)．頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力手段と、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示する表示手段と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき疾患部を3次元構造体に変換する変換手段と、上記3次元構造体内の指定点から頭表までの最短距離を演算する最短距離演算手段と、を有することを特徴とする定位脳手術における手術経路探索装置。

(作用及び効果) 本発明によれば、疾患部内の任意の指定点までの処置具などの最短の挿入経路長を簡単に知ることができ、低侵襲な手術戦略の指針にすることができる。

(34)．頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力手段と、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示する表示手段と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換する変換手段と、上記3次元構造体内の指定点から頭表へと向かう複数の直線を演算する直線演算手段と、を有することを特徴とする定位脳手術における手術経路探索装置。

(作用及び効果) 本発明によれば、疾患部内の任意の指定点までの処置具などの挿入経路の候補を簡単に知ることができ、手術戦略の指針にすることができる。また得られた複数の直線のうち最短のものを選択すれば、最短の侵襲経路を簡単に知ることができ、より低侵襲な手術戦略の指針にすることができる。

(35)．頭部における脳機能領域及び生理学的に重要となる領域を示すデータを格納する保存手段と、上記直線演算手段により得られた複数の直線と上記保存手段に格納された脳機能領域及び生理学的に重要となる領域との干渉を演算する干渉演算手段と、をさらに有することを特徴とする上記(32)項及び(34)項に記載の定位脳手術における手術経路探索装置。

(作用及び効果) 本発明によれば、侵襲経路候補のうち、脳機能領域及び生理学的に重要となる領域に抵触しない、より最適な侵襲経路を知ることができ、低侵襲な手術戦略の指針にすることができる。

(36)．上記直線演算手段により演算された直線のうち、少なくとも2本の直線のなす立体角を演算する立体角演算手段を、さらに有することを特徴とする上記(35)項に記載の定位脳手術における手術経路探索装置。

(作用及び効果) 本発明によれば、侵襲経路を面で表現

でき、より自由度の高い侵襲経路の選択が容易となる。

(37)．上記直線演算手段により演算された直線のうち、少なくとも3本の直線を含む錐体を演算する錐体演算手段を、さらに有することを特徴とする上記(35)項に記載の定位脳手術における手術経路探索装置。

(作用及び効果)本発明によれば、侵襲経路を立体で表現でき、より自由度の高い侵襲経路の選択が容易となる。

(38)．上記直線演算手段により演算された直線のうち、少なくとも3本の直線と頭表との交点を結んだ多角形の面積を演算する面積演算手段を、さらに有することを特徴とする上記(35)項に記載の定位脳手術における手術経路探索装置。

(作用及び効果)本発明によれば、頭表に形成可能な侵襲用開口の広さを認識でき、侵襲経路の選択の指針とすることができる。

(39)．上記干渉演算手段による干渉演算に際しての拘束条件を規定するための拘束条件付加手段を、さらに有することを特徴とする上記(35)項乃至(38)項に記載の定位脳手術における手術経路探索装置。

(作用及び効果)本発明によれば、侵襲経路を示す直線の存在方向や、最低限の侵襲が許される脳機能領域及び生理学的に重要となる領域中の許容範囲を拘束条件として付加することにより、侵襲経路の選択の指針とすることができる。

(40)．頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力手段と、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示する表示手段と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別手段と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換する変換手段と、頂点を頭表上に、底面の周囲を上記頂点から見た上記3次元構造体の最外郭に、ほぼ一致させた錐体を演算する錐体演算手段と、を有することを特徴とする定位脳手術における手術経路探索装置。

(作用及び効果)本発明によれば、疾患部付近における侵襲経路の自由度を立体で表現でき、侵襲経路選択の指針とすることができる。

(41)．頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力行程と、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示する表示行程と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別行程と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換する変換行程と、上記3次元構造体の幾何学的中心を演算する幾何学的中心演算行程と、上記幾何学的中心から頭表までの最短距離を演算する最短距離演算行程と、を有することを特徴とする定位脳手術における手術経路探索方法。

(42)．頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力行程と、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示する表示行程と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別行程と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換する変換行程と、上記3次元構造体の幾何学的中心を演算する幾何学的中心演算行程と、上記幾何学的中心から頭表へと向かう複数の直線を演算する直線演算行程と、を有することを特徴とする定位脳手術における手術経路探索方法。

(43)．頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力行程と、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示する表示行程と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別行程と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換する変換行程と、上記3次元構造体内の指定点から頭表までの最短距離を演算する最短距離演算行程と、を有することを特徴とする定位脳手術における手術経路探索方法。

(44)．頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力行程と、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示する表示行程と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別行程と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき疾患部を3次元構造体に変換する変換行程と、上記3次元構造体内の指定点から頭表へと向かう複数の直線を演算する直線演算行程と、を有することを特徴とする定位脳手術における手術経路探索方法。

(45)．頭部における脳機能領域及び生理学的に重要となる領域を示すデータを格納する保存行程と、上記直線演算行程により得られた複数の直線と上記保存行程において格納された脳機能領域及び生理学的な重要領域との干渉を演算する干渉演算行程と、をさらに有することを特徴とする上記(42)項及び(44)項に記載の定位脳手術における手術経路探索方法。

(46)．上記直線演算行程により演算された直線のうち、少なくとも2本の直線のなす立体角を演算する立体角演算行程を、さらに有することを特徴とする上記(45)項に記載の定位脳手術における手術経路探索方法。

(47)．上記直線演算行程により演算された直線のうち、少なくとも3本の直線を含む錐体を演算する錐体演算行程を、さらに有することを特徴とする上記(45)項に記載の定位脳手術における手術経路探索方法。

(48)．上記直線演算行程により演算された直線のうち、少なくとも3本の直線と頭表との交点を結んだ多角形の面積を演算する面積演算行程を、さらに有することを特徴とする上記(45)項に記載の定位脳手術にお

る手術経路探索方法。

(49)．上記干渉演算行程における干渉演算に際しての拘束条件を規定するための拘束条件付加行程を、さらに有することを特徴とする上記(45)乃至(48)項に記載の定位脳手術における手術経路探索方法。

(50)．頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力する入力行程と、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示する表示行程と、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別する分別行程と、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき疾患部を3次元構造体に変換する変換行程と、頂点を頭部表上に、底面の周囲を上記頂点から見た上記3次元構造体の最外郭に、ほぼ一致させた錐体を演算する錐体演算行程と、を有することを特徴とする定位脳手術における手術経路探索方法。

(51)．コンピュータによって定位脳手術における手術経路探索を行う探索プログラムを記録した記録媒体であって、頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力させ、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示させ、上記検査画像データに基づき、上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別させ、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき疾患部を3次元構造体に変換させ、上記3次元構造体の幾何学的中心を演算させ、上記幾何学的中心から頭部表までの最短距離を演算させることを特徴とする定位脳手術における手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(52)．コンピュータによって定位脳手術における手術経路探索を行う探索プログラムを記録した記録媒体であって、頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力させ、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示させ、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別させ、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換させ、上記3次元構造体の幾何学的中心を演算させ、上記幾何学的中心から頭部表へ向かう複数の直線を演算させることを特徴とする定位脳手術における手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(53)．コンピュータによって定位脳手術における手術経路探索を行う探索プログラムを記録した記録媒体であって、頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力させ、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示させ、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別させ、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換させ、上記3次元構造体内の指定点から頭部表までの最短距離を演算させることを特徴とする定位脳手術に

おける手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(54)．コンピュータによって定位脳手術における手術経路探索を行う探索プログラムを記録した記録媒体であって、頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力させ、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示させ、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別させ、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換させ、上記3次元構造体内の指定点から頭部表へ向かう複数の直線を演算させることを特徴とする定位脳手術における手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(55)．上記(52)項及び(54)項に記載の手術経路探索プログラムにおいて、コンピュータに、さらに、頭部における脳機能領域及び生理学的に重要となる領域を示すデータを格納させ、得られた複数の直線と脳機能領域及び生理学的に重要となる領域との干渉を演算させることを特徴とする定位脳手術における手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(56)．上記(55)項に記載の手術経路探索プログラムにおいて、コンピュータに、さらに、演算された直線のうち、少なくとも2本の直線のなす立体角を演算させることを特徴とする定位脳手術における手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(57)．上記(55)項に記載の手術経路探索プログラムにおいて、コンピュータに、さらに、演算された直線のうち、少なくとも3本の直線を含む錐体を演算させることを特徴とする定位脳手術における手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(58)．上記(55)項に記載の手術経路探索プログラムにおいて、コンピュータに、さらに、演算された直線のうち、少なくとも3本の直線と頭部表との交点を結んだ多角形の面積を演算させることを特徴とする定位脳手術における手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(59)．上記(55)項乃至(58)項に記載の手術経路探索プログラムにおいて、コンピュータに、さらに、上記干渉演算に際しての拘束条件を規定させることを特徴とする定位脳手術における手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

(60)．コンピュータによって定位脳手術における手術経路探索を行う探索プログラムを記録した記録媒体であって、頭部を断層撮影して得た複数の検査画像データを入力させ、上記複数の検査画像データに基づいて頭部を3次元表示させ、上記検査画像データに基づき上記検査画像を各々異なる属性を有する複数の組織領域に分別させ、上記分別された組織領域のうち疾患部を示す組織領域の検査画像データに基づき、疾患部を3次元構造体に変換させ、頂点を頭部表上に、底面の周囲を上記頂点か

ら見た上記 3 次元構造体の最外郭に、ほぼ一致させた錐体を演算させる、ことを特徴とする定位脳手術における手術経路探索プログラムを記録した記録媒体。

【0077】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、体表から疾患部への穿刺針等処置具の進入経路候補を導き出し、術者に最適な手術戦略の指針を示す手術経路探索装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による定位脳手術における手術経路探索装置の第 1 の実施形態の概略的な構成を示す図である。

【図 2】第 1 の実施形態に係わる疾患部の幾何学的中心の算出方法を説明するための概念を示す図である。

【図 3】図 3 は、第 1 の実施形態におけるモニタに表示される画面の一例を示す図である。

【図 4】第 2 の実施形態としての手術経路探索装置の構成を示す図である。

【図 5】第 2 の実施形態で演算された最短の直線の手術経路を 3 次元的に再構成された画像上に併せて表示した表示画面の一例を示す図である。

【図 6】第 3 の実施形態としての手術経路探索装置の構成を示す図である。

【図 7】第 4 の実施形態としての手術経路探索装置の構成を示す図である。

【図 8】第 5 の実施形態としての手術経路探索装置の構成を示す図である。

【図 9】第 5 の実施形態における、直線の手術経路と脳機能領域及び生理学的に重要となる領域との干渉演算の一例について説明するための図である。

【図 10】第 6 の実施形態としての手術経路探索装置の構成を示す図である。

【図 11】第 6 の実施形態で演算された立体角形状で表される領域を 3 次元的に再構成された画像上に併せて表

示した表示画面の一例を示す図である。

【図 12】第 7 の実施形態としての手術経路探索装置の構成を示す図である。

【図 13】第 7 の実施形態で演算された錐体形状で表される領域を 3 次元的に再構成された画像上に併せて表示した表示画面の一例を示す図である。

【図 14】第 7 の実施形態における疾患部中心から頭表に向かう手術経路を説明するための図である

【図 15】第 8 の実施形態としての手術経路探索装置の構成を示す図である。

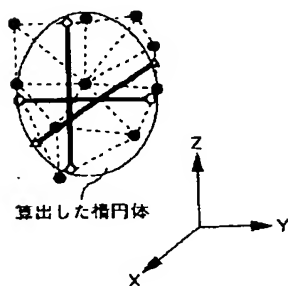
【図 16】第 8 の実施形態で演算された多角形状で表される領域を 3 次元的に再構成された画像上に併せて表示した表示画面の一例を示す図である。

【図 17】第 9 の実施形態としての手術経路探索装置における手術経路について説明するための図である。

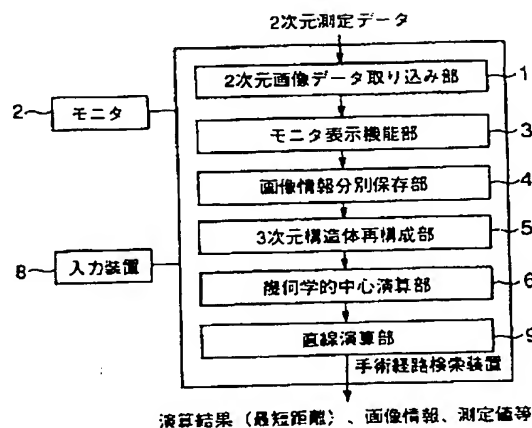
【符号の説明】

- 1 2次元データ取り込み部
- 2 モニタ
- 3 モニタ表示機能部
- 4 画像情報分別保存部
- 5 3次元構造体再構成部
- 6 幾何学的中心演算部
- 7 距離計算部
- 8 入力装置
- 9, 11 直線演算部
- 10 中心設定部
- 12 脳機能領域及び生理学的に重要な領域保存部
- 13 干渉演算部
- 14 拘束条件演算部
- 15 立体角演算部
- 16 錐体演算部
- 17 開口部演算部

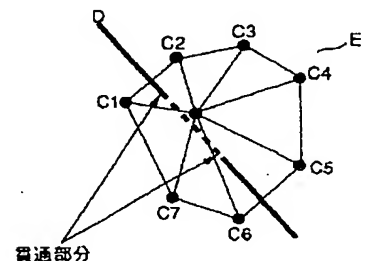
【図 2】



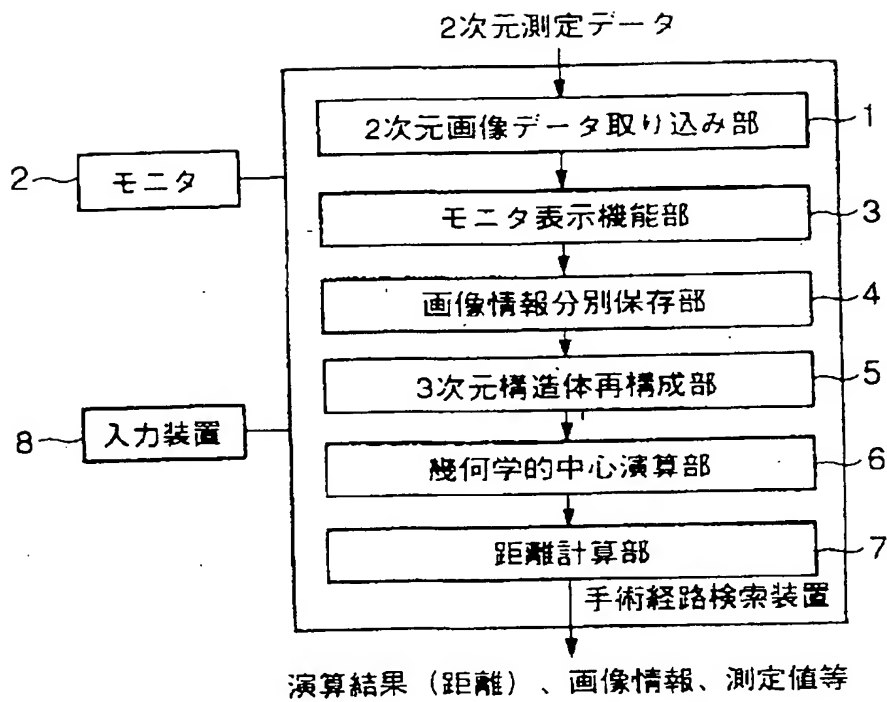
【図 4】



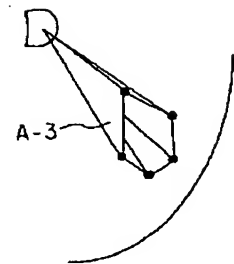
【図 9】



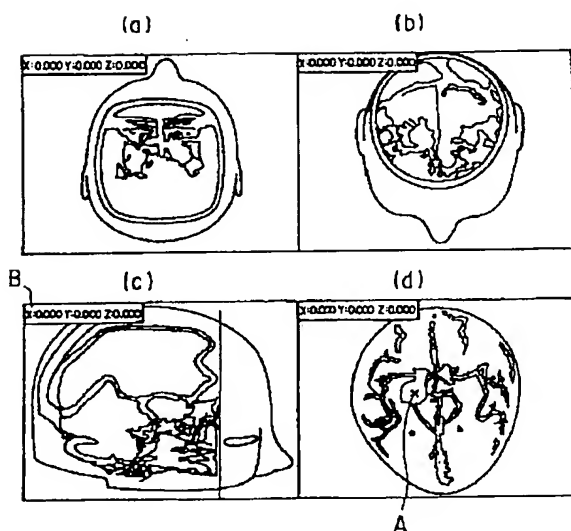
【図1】



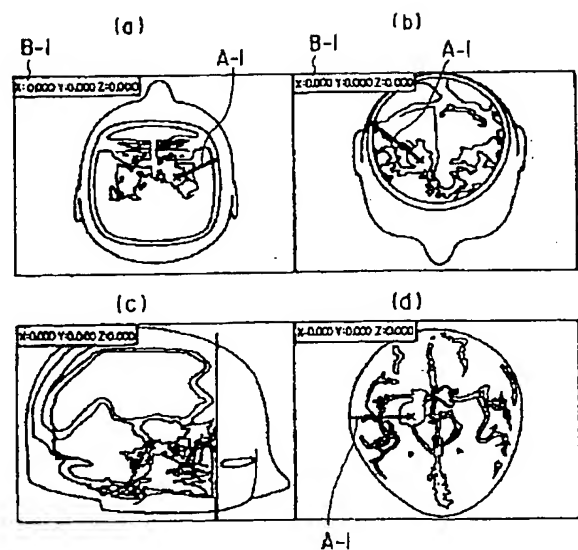
【図14】



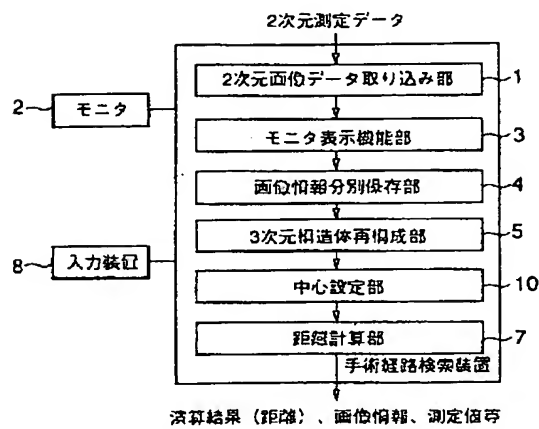
【図3】



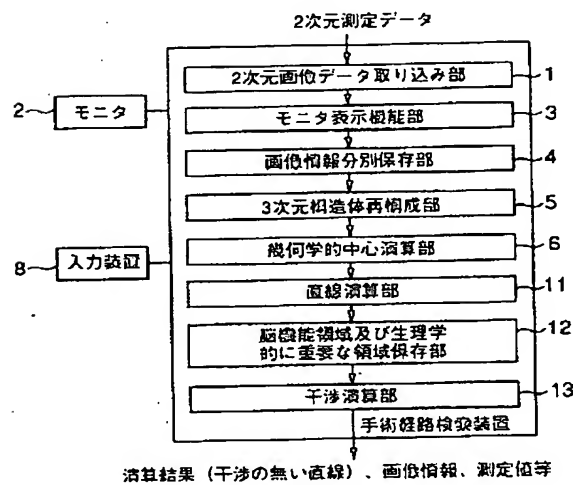
【図5】



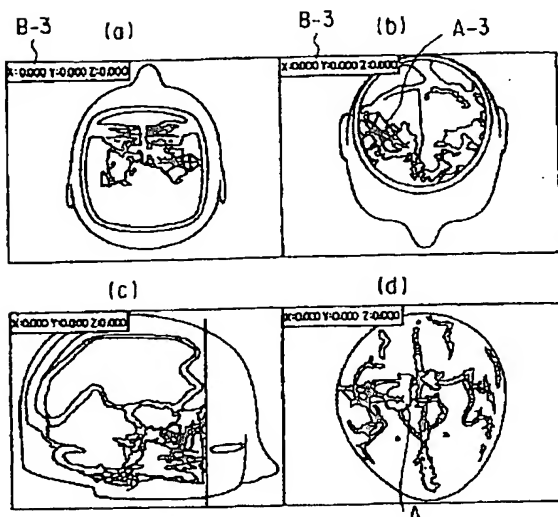
【図 6】



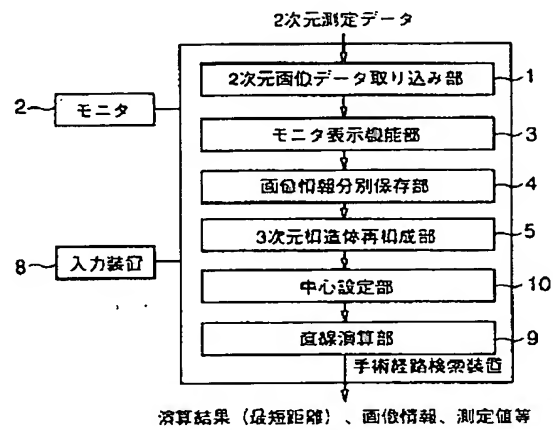
【図 8】



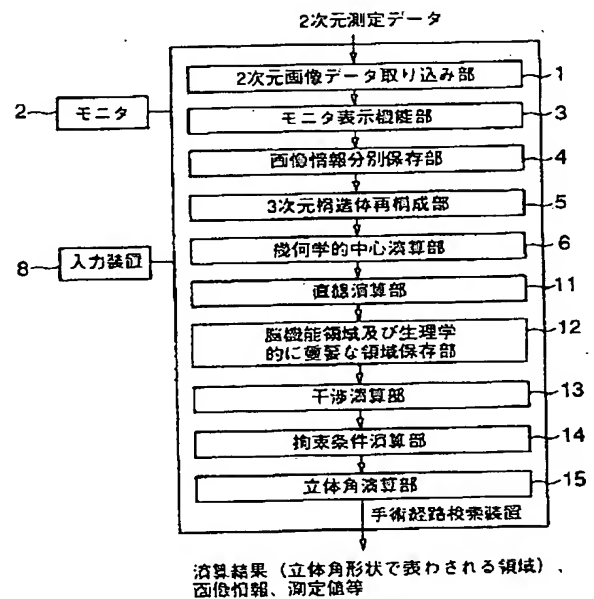
【図 13】



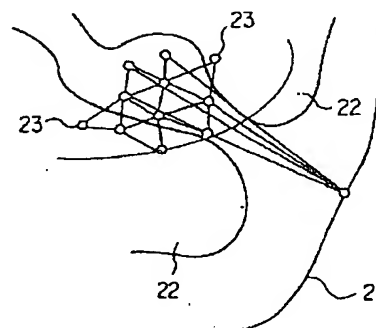
【図 7】



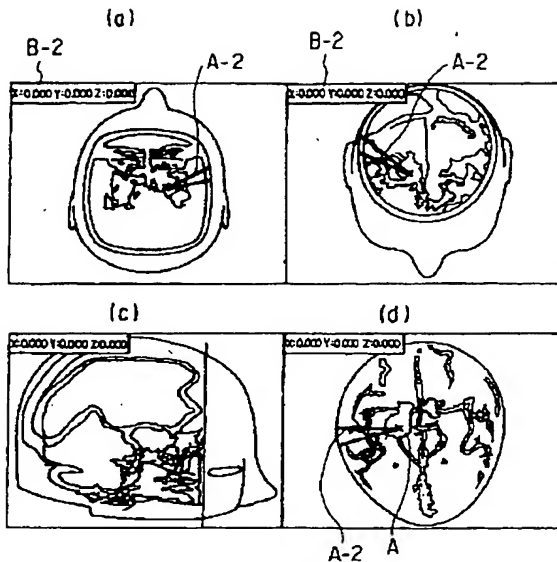
【図 10】



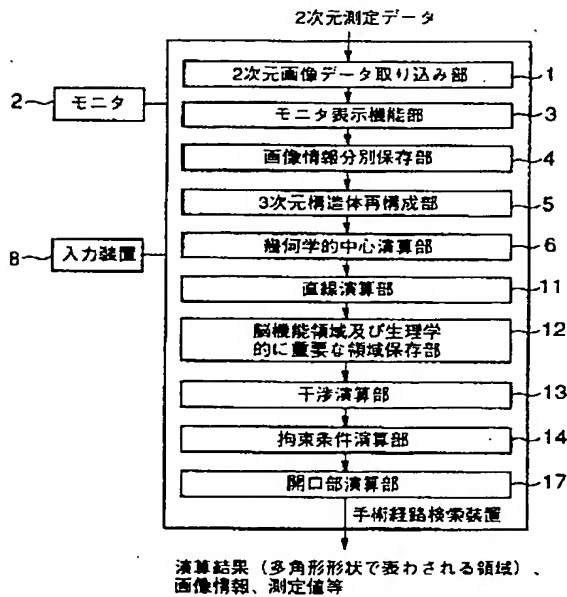
【図 17】



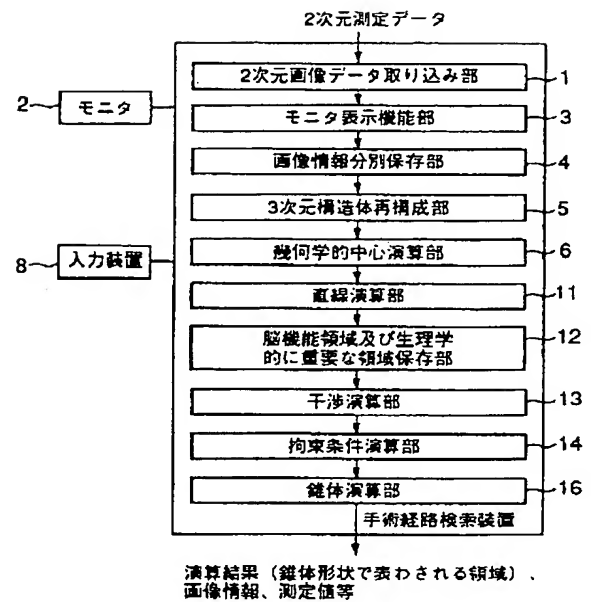
【図 11】



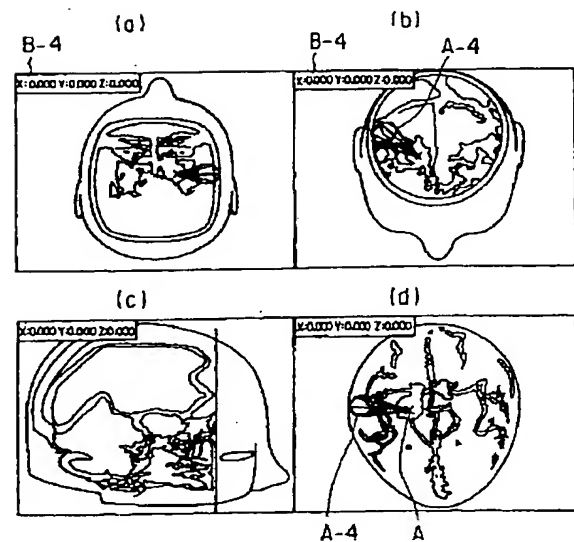
【図 15】



【図 12】



【図 16】



フロントページの続き

(72) 発明者 松崎 弘
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ
ンパス光学工業株式会社内